

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСПЛАВА ОТВАЛЬНЫХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ

Аннотация

Экспериментально показано, что расплавленные отвальные металлургические шлаки являются источником кремнийсодержащих материалов и могут использоваться для получения промышленной теплоизоляции, сделан технологический и экономический анализ этого предложения.

Ключевые слова: расплавленные шлаки, волокнистая теплоизоляция, печь для гомогенизации расплава.

Abstract

It is experimentally shown that the melted dump metallurgical slags are a source of siliceous materials and can be used for receiving industrial thermal insulation, the technological and economic analysis of this offer is made.

Key words: the melted slags, fibrous thermal insulation, the furnace for fusion homogenization.

На ряде предприятий металлургического комплекса (ППМ г. Кировград, ММСК г. Медногорск, ОАО «Святогор» г. Красноуральск, НМЗ г. Серов и другие) имеется значительный (до 30 т/ч на один плавильный агрегат) выход промышленных отходов в виде жидких шлаков. Получаемый шлаковый расплав имеет среднюю температуру около 1150-1200 °С. Химический состав таких расплавов характеризуется наличием до 27,9 % SiO₂, 2,1 % Al₂O₃, 7,3 % CaO, а фазовый состав представлен в основном стеклофазой и фаялитом. Получаемые в промышленности шлаки отличаются высокой подвижностью и низкой вязкостью.

Вторичная переработка металлургических шлаков традиционными способами осуществляется преимущественно грануляцией или разливкой в изложницы с последующим использованием в качестве абразивных материалов при дробеочистке, железосодержащих компонентов цементного производства, щебеночных элементов или бетонных наполнителей. Экономическая эффективность таких технологий остается низкой.

В России имеется значительный опыт применения промышленных шлаков как черной, так и цветной металлургии в жидком виде для производства волокнистых теплоизоляционных материалов («Никель» Оренбургской обл., НГОК г. Норильск и др.).

Для комплексной переработки таких металлургических шлаков была предложена технология управления их фазовым составом в процессе пирометаллургической переработки. Данная технология позволяет в процессе

нагрева формировать требуемый фазовый состав шлака, облегчающий высокотемпературное разделение его жидких составляющих на металлическую и шлаковую компоненты. В фаялите ($2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$) оксид железа прочно связан с оксидом кремния, поэтому для их разделения целесообразно в сырьевую смесь перед обжигом вводить основной оксид (CaO или MgO), который прореагирует с кислым оксидом кремния и образовав прочное соединение отделит оксид кремния от оксида железа.

При увеличении количества добавляемой извести будет изменяться основность силикатных продуктов обжига, определяемая по принятому в металлургии показателю модуль основности $M_o = (\text{CaO} + \text{MgO}) / (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3)$. В зависимости от основности можно сформировать необходимый тип силикатной продукции, который производится на основе получаемых продуктов обжига. В таблице 1 приведены модули основности силикатной составляющей продуктов обжига и фазы, которые необходимо сформировать для достижения требуемого модуля, а также тип продукции, который возможно получить с таким модулем основности.

Таблица 1

Пределы изменения модуля основности силикатного расплава
и возможный тип производимой продукции из него

Величина модуля основности получаемого расплава	Фазы, которые необходимо сформировать в силикатном концентрате	Возможный тип выпускаемой продукции
0,7-1,6	Геленит - C_2AS , волластонит CS	Плита минераловатная
2,0-2,6	Белит - C_2S , трехкальцевый алюминат C_3A	Автоклавный газосиликат
2,7-3,0	Алит - C_3S , белит - C_2S , трехкальцевый алюминат C_3A , браунмиллерит C_4AF	Портландцемент

Для предварительной оценки возможности реализации предлагаемой технологии в лабораторных условиях были использованы пробы отвального шлака после отражательной печи. Химический состав такого шлака представлен в таблице 2.

Таблица 2

Химический состав отвального шлака отражательной печи

Наименование материала	Содержание, масс. %								Сумма
	CaO	SiO_2	Al_2O_3	MgO	FeO	ZnS	S	Остальное	
Отвальный шлак	8,82	30,64	6,97	2,3	34,3	2,34	0,75	13,88	100,00

На рис. 1 приведены данные рентгенофазового анализа (РФА) исходного шлака.

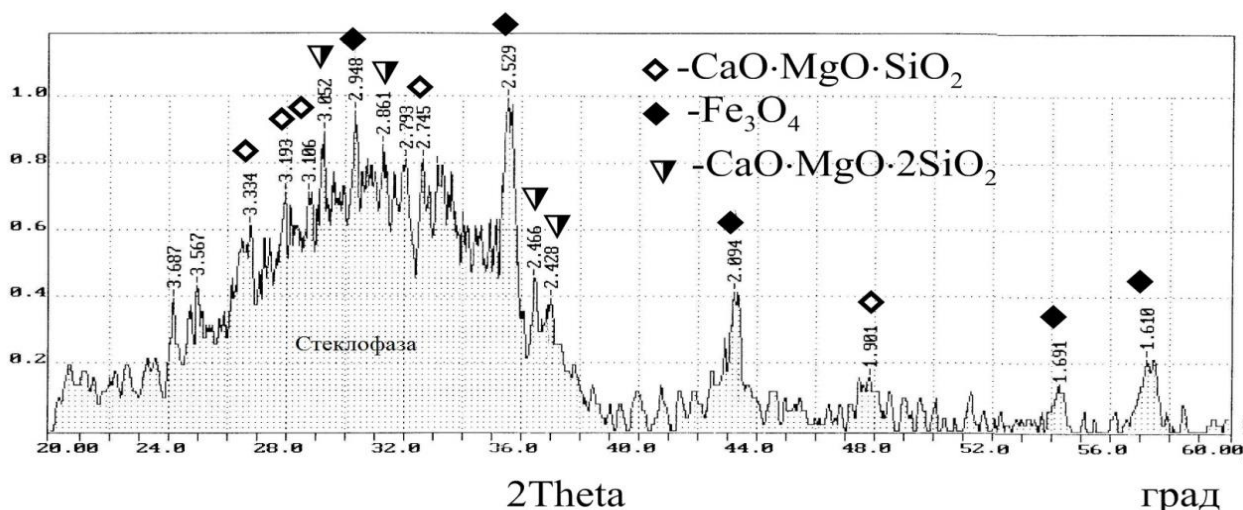


Рис. 1. Данные РФА отвального шлака отражательных печей

Данные фазового анализа свидетельствуют, что исходный шлак на 70-80 % состоит из аморфной стеклофазы и слабозакристаллизованных фаз монтichelлита $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$, диопсида $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$ и магнетита Fe_3O_4 . Кристаллический фаялит в пробе не фиксируется, но вероятно он входит в состав стеклофазы.

Для обеспечения отделения оксида железа от оксида кремния в сырьевую смесь перед обжигом вводился известняк. Сырьевые смеси подвергались обжигу до температуры 1200 °С с изотермической выдержкой 30 минут. В таблице 2 приведен фазовый состав получаемых продуктов обжига на основе отвального шлака.

Таблица 2

Фазовый состав продуктов обжига на основе отвального шлака

Наименование состава	Содержание фазы, масс. %					
	Диопсид CMS_2	Геленит C_2AS	Монтichelлит CMS	FeO	Прочие	Сумма
Исходный шлак	5,3	0	4,8	12,8	77,1*	22,9,0
Шлак + 10 % CaCO_3	45,9	33,9	5,13	3,61	11,46	100
Шлак + 20 % CaCO_3	0	7,8	76,13	12,8	3,27	100
Шлак + 30 % CaCO_3	0	34,46	41,95	23,07	0,52	100
Шлак + 40 % CaCO_3	0	16,73	48,77	23,97	10,53	100

*-стеклофаза

Результаты количественного фазового анализа свидетельствуют, что с увеличением основности сырьевой смеси, количество кристаллического оксида железа в самостоятельной фазе возрастает, а количество стеклофазы уменьшается. В силикатной части при повышении основности сначала

формируется диопсид, который при дальнейшем увеличении основности распадается на геленит и монтичеллит. Геленит и монтичеллит имеют низкие модули основности – от 0,7 до 1,6, поэтому на их основе целесообразно производить минераловатную продукцию.

Для реализации разработанной технологии предлагается конструкция ванной печи (рисунок 2), элементы которой были испытаны на реальном промышленном производстве. Получаемый в печи минеральный расплав по желобу поступает на центробежную центрифугу, при помощи которой он разбивается на капли и направляется в камеру волокнообразования. Под действие динамического напора воздуха каждая капля превращается в минеральное волокно методом вытягивания. После сбора волокон в виде минераловатного ковра его механически уплотняют и из него формуют минераловатные изделия (плиты, скорлупы и т.д.) на основе органического связующего.

Наличие большого количества жидкого расплава на предприятиях металлургии существенно снижает затраты на получение эффективной теплоизоляции и может вывести ее на лидирующее место в производстве и продаже этой продукции, а также позволит создать новые рабочие места. Поскольку развитие промышленного и гражданского строительства, которые являются основными потребителями волокнистых теплоизоляционных материалов, будет непрерывно повышаться, то отрасль производства эффективной теплоизоляции имеет перспективу для становления и усиления.

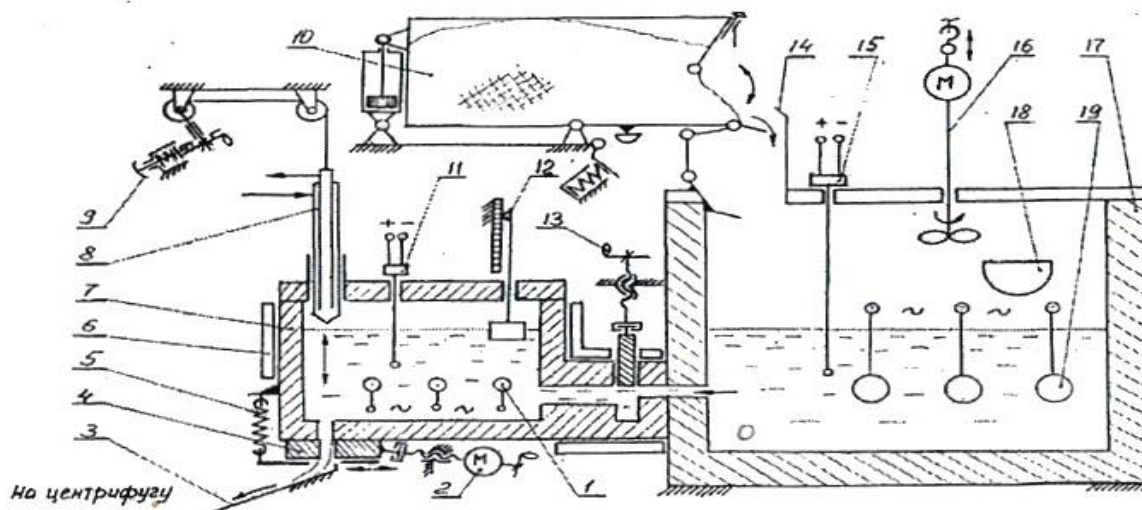


Рис. 1. Оборудование участка подготовки расплава к выработке.

Схема кинематическая: 1 – нагреватели молибденовые; 2 – привод расходного шибер; 3 – лоток поворотный; 4 – шибер расходный; 5 – прижим шибер; 6 – водоохладитель; 7 – питатель; 8 – затвор; 9 – привод затвора; 10 – бункер-загрузчик; 11 – термопара погружная ТПП; 12 – поплавков уровня с датчиком положения; 13 – шибер аварийный; 14 – окно загрузочное; 15 – термопара погружная; 16 – мешалка керамическая; 17 – печь ванная; 18 – ложка заливная; 19 – нагреватели графитовые

Для придания необходимой формы и строительной прочности слой волокнистой ваты подвергается уплотнению механическим путем, а получаемые сырые формованные изделия подвергаются низкотемпературной обработке с максимальной температурой не выше 250 градусов в печи полимеризации конвейерного типа.

Обожженные изделия после охлаждения разрезают по размерам и упаковывают для передачи потребителям.

Суточная производительность одной печи составляет 50,5 т расплава.

По оценочным данным (опыт ОАО «Эковер») стоимость промышленного оборудования составит около 1 млрд. руб.

При часовой производительности установки около 5 т/ч или 100 т/месяц при плотности изделий 50 кг/м³ количество произведенной продукции составит около 100 м³/ч или 2000 м³/месяц.

При рыночной стоимости изделий 4500 руб./м³ и себестоимости 1 т продукции 4734,02 руб. принимаем их продажную цену около 1700 руб./м³. Тогда прибыль производства минераловатных изделий из расплавленных шлаков составит

$$(5000/50)(1700-4734,02 \cdot 50/1000)=146329,9 \text{ руб./ч} = 70238352 \text{ руб./месяц.}$$

Срок окупаемости затрат на изготовление установки составит 14 месяцев. При этом не учитывается снижение затрат за размещение шлаков. Кроме того, цена продукции может быть и выше.

Состояние рынка производства и продажи технической теплоизоляции такого, что цены на нее постоянно возрастают, так как происходит непрерывный рост цен на кокс, являющимся основным видом топлива при производстве теплоизоляции из твердых шлаковых компонентов.

УДК 622.540

Е. А. Морозова, В. И. Матюхин

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ПЕЧИ ДЛЯ ОБЖИГА МЕЛОВОЙ ВСКРЫШИ

Аннотация

В работе рассмотрена возможность использования подготовленной меловой вскрыши в качестве заменителя известняка для офлюсования железорудных окатышей. Исследована тепловая работа барабанной вращающейся печи, предназначенной для обжига меловой вскрыши. Определены основные размеры печи, в том числе длины технологических зон: зоны сушки, подогрева, кальцинации и предварительного охлаждения. Составлен тепловой баланс печи, определены удельные показатели работы печи. Из расчета теплового баланса проанализирована тепловая работа печи.

Ключевые слова: вращающаяся печь, обжиг мела, тепловой баланс, технологические зоны.